Une base de données expérimentales sur Internet pour la modélisation des bilans environnementaux des cultures : www-bioclim.grignon.inra.fr/ecobilan/eco.html

par Bruno Leviel, Benoît Gabrielle et Ghislain Gosse

INRA, station de Bioclimatologie, 78850 Thiverval-Grignon
leviel@bcgn.grignon.inra.fr

L'analyse de cycle de vie (ACV), concept désormais répandu, consiste à établir une base quantitative d'évaluation des facteurs d'impact d'un produit sur l'environnement à travers l'inventaire des consommations de matière et d'énergie, ainsi que des rejets solides, liquides et gazeux, pendant son cycle de vie.

Au niveau agricole, l'ACV met particulièrement l'accent sur les éléments azote, eau et carbone. L'azote est impliqué de multiples façons dans le bilan environnemental : indispensable pour la fertilisation, il devient indésirable dans les eaux de percolation (pollution des nappes phréatiques, eutrophisation) et dans l'atmosphère sous la forme de protoxyde d'azote (gaz à effet de serre), ou d'ammoniac (impliqué dans les pluies acides). Les pertes d'azote aux bornes des systèmes sol-cultures présentent une forte variabilité liée aux aléas climatiques, au type de sol et aux pratiques culturales, qui ne peut être abordée que par une modélisation des mécanismes à l'origine de ces pollutions, à l'échelle de la parcelle au moins dans un premier temps. La gestion des réserves en eau est également un facteur clé de la modélisation du système sol-plante-atmosphère dans la mesure où l'approche mécaniste des modèles rend compte des couplages entre les trois éléments eau-carbone-azote afin de caractériser la variabilité du système et les changements engendrés par les techniques.

La modélisation du bilan environnemental peut être envisagée à différents niveaux de complexité ; néanmoins la fiabilité d'une telle modélisation repose essentiellement sur la qualité des données expérimentales à partir desquelles le modèle est développé et calé. Etant donnée la complexité du cycle de l'azote dans les systèmes agricoles, peu de jeux de données complets sont disponibles. A l'issue d'une expérimentation intensive en Champagne pendant laquelle nous avons pu acquérir un tel jeu, ce constat nous a poussé à diffuser nos résultats par le médium actuellement le plus accessible et de **plus** grande diffusion, le réseau Internet.

La base de données

Châlons Oilseed Rape Data Base (Cellier *et* ***al.,*** 1998) rassemble, organise et livre à la consultation en ligne via Internet les données recueillies lors d'une expérimentation menée à Châlons-en-Champagne et dédiée au bilan environnemental du colza (Gosse***et al,*** 1997; Leviel *et al,* 1998) et à la paramétrisation d'un modèle de cette culture (Gabrielle, 1996).

L'étude expérimentale' a été conduite de septembre 1994 à avril 1996 sur une parcelle délimitée dans un champ d'une exploitation agricole situé en bordure de la D33, à 10 km de la station d'Agronomie de Châlons-en-Champagne (Marne). Dans cette région de la Champagne crayeuse, les cultures sont soumises à un climat semi-océanique à influences continentales. Le sol est une rendzine brune sur craie à poches de cryoturbation. Les analyses granulométriques et chimiques sont regroupées dans la base de données. La culture de colza *(Brassica napus* L. var. goéland) a été semée le 9 septembre 1994 avec une protection phytosanitaire totale et un peuplement d'environ 60 plantes par mètre carré. Trois traitements ont été mis en place pour mesurer les impacts de différentes doses de fertilisation azotée. Sauf pour un traitement volontairement excessif, l'apport d'engrais ne débute qu'à partir de la deuxième phase de croissance (montaison, mars-avril), ceci ayant pour but de limiter les risques de lessivage de l'azote minéral dans la période automno-hivernale. La forme de l'apport est 50% d'urée, 50% d'ammonitrate. En plus des parcelles d'un hectare de sol nu et de colza, trois blocs de 30 x 30 m de chaque traitement ont été réalisés pour les prélèvements périodiques de plante et de sol. Pour calibrer ou valider toutes les composantes d'un modèle dynamique de prédiction des flux eau-carbone-azote (Gabrielle, 1996), une grande variété de variables ont été mesurées : profils d'eau et d'azote minéral du sol, croissance et développement du colza, émissions de gaz traces, évapotranspiration réelle, avec parfois croisement de plusieurs méthodes.

[1] Ce projet a bénéficié du soutien financier de l'INRA (AIP ECOFON), de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) et du Centre technique interprofessionnel des oléagineux métropolitains (CETIOM). Les partenaires scientifiques de ce projet sont les centres INRA de Grignon (G. Gosse, P. Cellier, P. Denoroy, B. Gabrielle, P. Laville, B. Leviel, R. Roche), de Châlons-Reims (B. Nicolardot, E. Justes), de Laon (B. Mary, S. Recous) et de Dijon (J.C. Germon, C. Hénault).

Méthode 1 : fichiers ASCII	Méthode 2 : fichiers binaires
A chaque fois qu'un lien vers une donnée est possible (fin d'arborescence de la base), une petite main apparaît qui signale la possibilité de télédécharger sans plus attendre la donnée désignée (un bouton « importer » est également disponible). La récupération dans une feuille de calcul par un tableur est très simple (le séparateur à indiquer est le point-virgule).	A partir de la première page de l'arborescence, ou de l'arborescence complète, des familles de données entières, correspondant au premier niveau de l'arborescence, peuvent être téléchargées sous un format binaire, celui de Splus, logiciel sous lequel la base Châlons a été construite initialement (Leviel, 1996) et dont certaines fonctions additionnelles peuvent être récupérées depuis le site.

Sa consultation

Elle se fait sans aucune restriction d'accès et suit les principes de la navigation internautique, avec les liens hypertextes maintenant classiques ; le contenu de la base est écrit en langage HTML *(Hypertext markup language* - celui des pages Web). La page d'accueil permet d'accéder à une version anglophone des mêmes documents, à une description de l'expérimentation, au mode d'emploi de la base de données ou, bien sûr, à la base de données elle-même. A partir de ce lien, la recherche de données peut se faire de deux façons, soit par des menus successifs, soit directement dans une arborescence complète.

Les données obtenues en fin d'arborescence comprennent un ensemble de valeurs numériques (vecteur ou matrice), la nature de la grandeur mesurée, l'unité utilisée, la méthodologie, l'organisme ayant effectué la mesure, le responsable de ces données et éventuellement des remarques. Pour certains lots de données, des illustrations sont disponibles (images compressées au format GIF), signalées par une icône.

Le télédéchargement des données

Ce qui constitue l'intérêt déterminant de la base Châlons est qu'elle offre la possibilité à tout un chacun de récupérer les données qu'elle contient pour une utilisation locale. Deux méthodes d'exportation (voir tableau ci-dessus) sont proposées : la première est universelle puisqu'elle a recours à un fichier « texte » (codé en ASCII) contenant les données sous une forme explicite, tandis que la seconde, plus puissante, est réservée au utilisateurs de l'environnement statistique *Splus* (AT&T) - inclus, par exemple, dans la boîte à outils informatique de **l'INRA.**

Les perspectives

Outre les perspectives scientifiques (modèles d'émissions gazeuses atmosphériques, de devenir de pesticides), l'unité de Bioclimatologie envisage d'ouvrir un site présentant ses activités, des jeux de données et des versions de modèles paramétrables et utilisables en ligne (sur *www-bioclim.grignon.inra.fr/,* en cours de développement). Par ailleurs, des jeux de données concernant des cultures de maïs, de blé, de betterave et de sorgho sur d'autres types de sols devraient rejoindre celles de l'expérimentation colza*

Références bibliographiques

CELLIER P., DENOROY P., GABRIELLE B., GERMON J.C., GOSSE G., HENAULT C., JUSTES E., LAVILLE P., LEECH P.K., LEVIEL B., MARY B., NICOLARDOT B., RECOUS S., 1998. Water, Carbon and Nitrogen cycling in a rendzina soil cropped with winter oilseed rape: the Châlons Oilseed Rape Database. Soumis à *Water Resources Research.*

GABRIELLE B., 1996. *Modélisation des cycles des éléments eau-carbone-azote dans un système sol-plante, et application à l'estimation des bilans environnementaux des grandes cultures*. Mémoire de thèse. Ecole Centrale Paris, 112 pp. + annexes.

GOSSE G., CELLIER P., DENOROY P., GABRIELLE B., GERMON J.C., HENAULT C., JUSTES E., LAVILLE P., LEVIEL B., MARY B., NICOLARDOT B., RECOUS S., ROCHE R., 1997. *Bilan environnemental du colza*. INRA Grignon, 119 pp.

LEVIEL B., GABRIELLE B., JUSTES E., MARY B, GOSSE G., 1998. Water and nitrate budgets in a rendzina cropped with oilseed rape receiving varying amounts of fertilizer. *European Journal of Soil Science,* 49, 37-51.

LEVIEL B., 1996. Protocole expérimental, base de données et modélisation d'une culture de colza en Champagne. Mém. dipl. rech. univ., ENSEEIHT-INRA, Toulouse, 61 pp. + ann.

Avant de tourner la page, un peu de publicité pour deux outils, forgés à la ME&S-même (qui s'appelait alors DPEnv., voire Cellule Environnement) par A. Fraval et ses collaborateurs, **et** pour les sites qui les hébergent

Vocabulaire trilingue d'entomologie : français, anglais, allemand
Un petit dictionnaire, rustique, adapté au vocabulaire des ouvrages de vulgarisation. Sur l'infoservice de l'Office pour l'information éco-entomologique : *www.inra. fr/OPIE-Insectes/pa. htm*

Glossaire de zoologie de HYPPZ
104 articles sur des taxons, 148 sur le vocabulaire particulier de la zoologie agricole. En français ou en anglais. Sur *HYPPZ,* version internautique de l'encyclopédie des ravageurs des cultures européens, publiée sur cédérom. Adresse : *www.inra.fr/HYPPZ/pa.htm*